

# PISCINAS

ÁGUA

&

TRATAMENTO

&

QUÍMICA

*A PISCINOLOGIA CONTEMPORÂNEA*

*2ª EDIÇÃO ATUALIZADA e REVISADA*

**JORGE ANTÔNIO BARROS DE MACÊDO, D.Sc.**

Bacharel em Química Tecnológica  
Professor Titular da Faculdade Metodista Granbery

**Email:** [j.macedo@terra.com.br](mailto:j.macedo@terra.com.br)  
[barrosdemacedo@gmail.com](mailto:barrosdemacedo@gmail.com)  
[contato@aguaseaguas.com](mailto:contato@aguaseaguas.com)  
**Site:** [www.aguaseaguas.com](http://www.aguaseaguas.com)  
[www.jorgemacedo.com.br](http://www.jorgemacedo.com.br)

Belo Horizonte

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-909561-5-0



9 788590 956150



Conteúdo	Página
<b>Capítulo 01- História das piscinas</b>	
1.1- Introdução	001
1.2- A origem do nome e a importância da piscina	001
1.2.1- A origem do nome	001
1.2.2- Importância da piscina	002
1.2.2.1- Importância social	002
1.2.2.2- Importância sanitária	003
1.3- História da piscina	003
1.4- Referências bibliográficas	009
<b>Capítulo 02- Características e Tipos de Piscinas</b>	
2.1- Tipos de usuários de piscinas	011
2.2- Tipos de piscinas e fatores de riscos para saúde	012
2.3- Cálculo do volume da piscina	019
2.3.1- Retangular ou quadrada	019
2.3.2- Circular	019
2.3.3- Oval	019
2.4- Tipologia das bordas	020
2.4.1- Borda transbordante	020
2.4.2- Borda infinita	020
2.4.3- Borda seca	021
2.5- Tipos de piscinas	022
2.6- Referências bibliográficas	024
<b>Capítulo 03- Perigos físicos, biológicos, químicos e as águas das piscinas</b>	
<b>3.1- As águas das piscinas e a presença de organismos</b>	<b>026</b>
<b>3.2- Consequências do contato primário do banhista com a água da piscina e seus entornos</b>	<b>032</b>
3.3- Perigos aos frequentadores de piscinas	034
3.3.1- Perigos físicos	034
3.3.2- Perigos químicos	036
3.3.3- Perigos biológicos	037
<b>3.4- Organismos responsáveis pelas contaminações de frequentadores e profissionais envolvidos nas atividades aquáticas nas piscinas e seus entornos</b>	<b>037</b>
3.5- Referências bibliográficas	061
<b>Capítulo 04- Substâncias químicas e sistemas de filtração envolvidos no processo de redução da turbidez, a clarificação de águas de piscinas</b>	
<b>4.1- Água da piscina e turbidez</b>	<b>71</b>
4.1.1- A cor e os pigmentos – informações gerais	71
4.1.2- Cor verdadeira e cor aparente (turbidez) e transparência da água	76
4.1.2.1- Cor verdadeira	76
4.1.2.2- Turbidez e águas de piscinas	79

<b>Conteúdo</b>	<b>Página</b>
4.1.2.3- Determinação da turbidez/transparência aceitável em águas de piscinas	81
<b>4.1.3- O processo de floculação e sedimentação para redução da turbidez</b>	<b>83</b>
4.1.3.1- Sedimentação simples	84
4.1.3.2- Substâncias químicas responsáveis pelo processo de coagulação/floculação (redução da turbidez)	86
4.1.3.2.1- Sedimentação com uso de coagulantes	86
4.1.3.2.2- Principais agentes coagulantes industriais	96
4.1.3.2.3- Algumas informações sobre os principais coagulantes industriais	99
4.1.3.2.4- Principais agentes auxiliares de coagulação e coadjuvantes de floculação	105
4.1.3.2.4.1- Auxiliares de coagulação	105
4.1.3.2.4.2- Coadjuvantes de floculação	106
4.1.3.2.4.2.1- Sílica ativada	106
4.1.3.2.4.2.2- Polieletrólitos	107
4.1.3.2.5- Agentes coagulantes vinculados à área de água de piscina	112
4.1.3.2.6- A determinação da quantidade de floculante a ser utilizado na água da piscina	115
4.1.3.2.6.1- Construir um JAR TEST artesanal	116
<b>4.2- Filtração</b>	<b>118</b>
4.2.1- Introdução	118
4.2.2- Filtração nas águas de piscinas	121
4.2.3- Tipos de materiais filtrantes	124
4.2.3.1- Filtros de cartucho	124
4.2.3.2- Filtros de terra de diatomita	127
4.2.3.3- Filtros de areia	131
4.2.3.4- Filtros de Zeólita	134
4.2.4- O processo de filtração em piscinas	140
4.2.4.1- Imagens de meros esquemas hidráulicos de piscinas com filtros de pressão com e sem aquecimento	144
4.2.5- Combinação de válvulas seletoras de filtros de pressão para piscinas	146
4.2.6- Referências bibliográficas	150
<b>4.3- Processo de desinfecção</b>	<b>160</b>
4.3.1- Introdução	160
4.3.2- Definição de saneante/sanificante/sanitizante e seus aspectos legais	162
4.3.3- O fator Ct e a eficiência de uma substância química e/ou sistema de desinfecção	167
<b>4.4- Substâncias químicas e sistemas capazes de liberar o princípio ativo ácido hipocloroso (HClO) no processo de hidrólise</b>	<b>179</b>
4.4.1- História do uso dos derivados clorados	181

<b>Conteúdo</b>	<b>Página</b>
4.4.2- Evolução da qualidade de vida da humanidade pelo uso dos derivados clorados	183
4.4.3- Principais substâncias químicas e/ou sistemas citados/indicados por diversas referências bibliográficas para o processo de desinfecção de águas de piscinas	186
<b>4.5- Derivados clorados e sistemas capazes de liberar o princípio ativo ácido hipocloroso (HClO) no processo de desinfecção de águas de piscinas</b>	<b>187</b>
4.5.1- Características toxicológicas e físico-químicas dos derivados clorados disponíveis no mercado	188
4.5.1.1- Noções de toxicologia – Toxicidade de derivados clorados	188
4.5.2- FAKE NEWS do conhecimento envolvendo derivados clorados de origem orgânica	193
4.5.2.1- FAKE NEWS: A afirmação da liberação de cianeto nas águas quando da utilização dos derivados clorados orgânicos	193
4.5.2.2- FAKE NEWS: A afirmação de que os produtos resultantes da hidrólise dos clorados orgânicos, o ácido cianúrico e o íon cianurato são tóxicos	194
4.5.2.3- FAKE NEWS: A afirmação da existência de resíduos de melamina na água quando na utilização dos derivados clorados orgânicos como o dicloroisocianurato de sódio (DCIS) em processo de desinfecção	200
4.5.2.4- FAKE NEWS: A afirmação de que o uso dos derivados clorados orgânicos no processo de desinfecção em meio aquoso libera grande quantidade de ácido cianúrico que impede o processo de desinfecção, provoca a superestabilização (“Chlorine Lock”)	202
4.5.2.4.1- A explicação química para a impossibilidade de ocorrer superestabilização	204
<b>4.6- Sistema eletrolítico (eletrólise) gerando hipoclorito de sódio (NaClO) - Piscina de águas salgadas</b>	<b>211</b>
4.6.1- A origem: Misturas de oxidantes (MOGOD e MOGGOD ou MOOGOD)	211
4.6.2- Equipamentos de produtores de hipoclorito de sódio <i>in situ</i> (MOGOD, MIOX ou MOS)	211
4.6.3- Equipamentos que produzem uma mistura de gases oxidantes gerados <i>in situ</i> (MOGGOD ou MOOGOD)	218
<b>4.7- O pH e a sua importância na desinfecção com derivados clorados nas águas de piscinas</b>	<b>224</b>
4.7.1- O que é pH?	224
4.7.2- A importância do pH no processo de desinfecção com derivados clorados	226
4.7.2.1- A interferência do pH na desinfecção com soluções aquosas de derivados clorados em áreas adjacentes ao tanque de água da piscina	234
4.7.2.2- O pH das soluções a 1% dos derivados clorados utilizados no processo de desinfecção de águas de piscinas.	241

Conteúdo	Página
<b>4.8- A estabilidade de soluções aquosas cloradas, com relação à perda de CRL, em função do tipo de derivado clorado</b>	<b>242</b>
4.8.1- A radiação UV e sua contribuição na degradação de CRL	247
4.8.1.1- O espectro eletromagnético	247
4.8.1.2- A radiação UV e sua influência no CRL	248
<b>4.9- A real interferência do CYA (ácido cianúrico) quando adicionado no meio aquoso para estabilizar o HClO (ácido hipocloroso) formado pela hidrólise de derivados clorados inorgânicos</b>	<b>252</b>
4.9.1- Como compensar a interferência do CYA na concentração de CRL?	254
<b>4.10- A interferência do CYA (ácido cianúrico) no POR (ORP - Oxidation-reduction potential) quando adicionado no meio aquoso para estabilizar o HClO (ácido hipocloroso) formado pela hidrólise de derivados clorados inorgânicos</b>	<b>260</b>
4.10.1- Potencial de oxirredução (ORP ou POR) do meio aquoso	260
4.10.2- A interferência do CYA no Potencial de oxirredução (ORP) do meio aquoso	262
<b>4.11- A interferência do ácido cianúrico na alcalinidade</b>	<b>267</b>
4.11.1- Alcalinidade	267
4.11.2- Cálculo do valor real da alcalinidade a bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) do meio aquoso	268
4.11.3- O crescimento de algas e a alcalinidade	269
<b>4.12- A solubilidade dos derivados clorados e não conformidades apresentadas nos produtos utilizados na área de piscinas</b>	<b>274</b>
4.12.1- Outras informações sobre solubilidade de derivados clorados orgânicos e não-conformidades apresentadas em FISPQ's	294
<b>4.13- Subprodutos da desinfecção com uso de derivados clorados</b>	<b>297</b>
4.13.1- Subprodutos do processo de desinfecção	297
<b>4.13.2- Subprodutos clorados</b>	<b>297</b>
4.13.2.1- Fatores que influenciam a formação de subprodutos da desinfecção	300
4.13.2.1.1- Tipo de derivado clorado inorgânico ou orgânico	300
4.13.2.1.2- A dosagem do derivado clorado	303
4.13.2.1.3- Tempo de contato	303
4.13.2.1.4- Temperatura da água	305
4.13.2.1.5- pH	306
4.13.2.1.6- Efeito da concentração de brometo e iodeto	308
4.13.2.1.7- O efeito do tipo e do nível de concentração dos precursores	309
4.13.2.1.8- Efeito da forma de cloro residual	311
4.13.2.1.9- O uso de derivados clorados na pré-cloração para oxidação de matéria orgânica na água da piscina	312
4.13.2.2- Toxicidade dos subprodutos da cloração	313

<b>Conteúdo</b>	<b>Página</b>
4.13.2.3- Classificação de uma substância quanto a ser ou não um agente cancerígeno	316
4.13.2.4- Informações sobre subprodutos do processo de desinfecção e rotas de exposição (dérmica, inalação, ingestão)	319
4.13.2.5- Algumas pesquisas em ordem cronológica envolvendo a presença de subprodutos da cloração em águas potáveis e de piscinas	331
<b>4.13.3- Subproduto do processo desinfecção nitrogenado - Tricloramina</b>	<b>344</b>
4.13.3.1- Correlação entre cloraminas e problemas respiratórios	344
4.13.3.1.1- Ambientes de piscinas internas (fechadas ou cobertas) (indoor swimming pool)	344
4.13.3.1.2- Sintomas causados pela exposição às tricloraminas	356
<b>4.14- Como evitar a formação de subprodutos da cloração nas águas de piscinas</b>	<b>363</b>
4.14.1- Respeitar a chamada “carga de banhistas”	364
4.14.2- A postura dos banhistas no que tange com atitudes/ações que contribuem com a qualidade da água da piscina	370
4.14.2.1- A liberação de fluidos e resíduos corporais na piscina	370
4.14.3- Não aplicar a pré-oxidação (pré-cloração) com derivados clorados	376
4.14.4- Sistema de circulação de ar para as piscinas cobertas/fechadas (indoor swimming pool)	378
4.14.5- Circulação e recomposição do volume de água da piscina	381
4.14.6- Controle no uso de produtos químicos	384
4.14.7- Controle da temperatura da água	385
<b>4.15- Outras informações</b>	<b>386</b>
4.15.1- Formas de disponibilização de cloro gás	386
4.15.1.1- Formas de distribuição de cloro gás	389
4.15.2- Requisitos para produtos químicos utilizados no tratamento de água potável e Norma ABNT NBR 15784/2009	393
4.15.2.1- Incoerências/Não conformidades da Norma ABNT NBR 15784/2009	402
4.15.2.2- Outros produtos químicos preconizados pela Norma da ABNT NBR 15784/2009	407
4.15.3- Pesquisa realizada por companhia de saneamento com derivados clorados	410
<b>4.16- Substâncias químicas capazes de liberar o princípio ativo ácido hipobromoso (HBrO) no processo de hidrólise</b>	<b>412</b>
<b>4.17- Dióxido de cloro</b>	<b>421</b>
<b>4.18- Peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)</b>	<b>430</b>
4.18.1- Informações gerais sobre peróxido de hidrogênio	430
4.18.2- O uso de peróxido de hidrogênio em piscinas	435
<b>4.19- Ozônio</b>	<b>439</b>
<b>4.20- Sistema de radiação UV (Ultravioleta)</b>	<b>444</b>
<b>4.21- Cloridrato de Polihexametileno biguanida (PHMB)</b>	<b>451</b>
<b>4.22- Hidroclorato de polihexametileno guanidina (PHMG)</b>	<b>456</b>

<b>Conteúdo</b>	<b>Página</b>
<b>4.23- Sistema de ionização Cu/Ag</b>	<b>458</b>
4.23.1- Ionizador para tratamento de água de piscina (íons de cobre e prata)	458
4.23.1.1- O princípio da ação bactericida	458
4.23.1.2- O sistema Cobre-Prata Ionização (Copper-Silver Ionization - CSI)	461
4.23.1.3- A química do sistema CSI (sistema de cobre prata ionização)	465
4.23.1.4- Não conformidades nas citações/indicações de certificações Internacionais como validação para o sistema de ionização usando cobre e prata	468
4.23.1.4.1- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA)	468
4.23.1.4.2- American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) and American National Standards Institute (ANSI)	469
4.23.1.4.3- World Health Organization (WHO)	469
4.23.1.4.4- Occupational Safety and Health Administration (OSHA)	470
4.23.1.4.5- Canadian Standards Association (CSA) / CSA Group	470
4.23.1.4.6- National Sanitation Foundation (NSF) / American National Standard (ANSI)	470
4.23.1.4.7- Health Protection NSW / NSW Government	472
4.23.1.4.8- Association of Pool & Spa Professionals (APSP)	473
4.23.1.5- A capacidade de desinfecção/sanitização da tecnologia de ionização de cobre/prata	473
4.23.1.5.1- O Ct para a tecnologia de ionização de cobre/prata	473
4.23.1.6- As não conformidades de afirmações disponíveis no mercado quando comparadas com o projeto original da NASA (National Aeronautics and Space Administration)	477
4.23.1.6.1- A interferência do pH na sua ação bactericida	479
4.23.1.6.2- A não conformidade na afirmação de não utilização de derivados clorados concomitante com o sistema ionização cobre/prata	481
4.23.1.6.3- A não utilização de produtos químicos em conjunto com o sistema ionização cobre/prata	482
4.23.1.7- Algumas inferências sobre o processo sistema ionização cobre/prata	484
<b>4.24- Qualidade microbiológica da água de piscina x água potável</b>	<b>487</b>
4.24.1- Ingestão de água da piscina durante a prática da natação	488
4.24.1.1- A metodologia utilizada para definir a quantidade de água ingerida	488
4.24.2- A urina nas águas das piscinas	491

<b>Conteúdo</b>	<b>Página</b>
4.24.3- A matéria orgânica provenientes de banhistas nas águas das piscinas	493
4.24.4- Apresentação de valores para níveis de contaminação microbiológica de águas de piscinas (recreação) de legislações de diversos países e organizações de épocas diferentes	497
4.25- Referências Bibliográficas	499
<b>Capítulo 05- Índice de Langelier x Água Estabilizada da Piscina x Não Conformidades</b>	
<b>5.1- Índice de Langelier (ISL) ou de Saturação (IS)</b>	<b>556</b>
<b>5.2- Cálculo do Índice de Langelier (ISL) com base nas equações de Wilfred Langelier</b>	<b>556</b>
<b>5.3- Cálculos do Índice de Langelier com base em uma fórmula cujas variáveis já estão com valores tabelados</b>	<b>561</b>
5.3.1- Informações da relação condutividade (CE) e sólidos totais dissolvidos (TDS ou STD)	561
5.3.2- Cálculo da IL ou LSI (SLI) para águas de piscinas para alcançar os níveis de concentração de uma água balanceada	565
<b>5.4- Não conformidades no Gráfico (Ábaco, Monograma, Diagrama, Water Balance Chart, Pool Balance Watergram, Balanza de Taylor), indicado para cálculo dos parâmetros dureza, pH e alcalinidade</b>	<b>572</b>
5.4.1- Nova proposta de Ábaco com base no original Diagrama/Monograma de Hoover Langelier e/ou Hoover Riehl para identificação dos valores de dureza, pH e alcalinidade de água estabilizada	584
<b>5.5- Conclusões</b>	<b>587</b>
5.6- Referências Bibliográficas	589
<b>Capítulo 06- Parâmetros indicados, produtos químicos vinculados ao tratamento da água</b>	
<b>6.1- Substâncias químicas utilizadas no tratamento de águas de piscinas</b>	<b>597</b>
6.1.1- Principais classes de substâncias químicas utilizadas na área de tratamento de água de piscinas	597
<b>6.1.2- Listagem de equipamentos, estojos (kits) de análises necessárias para análise/controle da qualidade da água de piscina</b>	<b>598</b>
6.1.2.1- Objeto para avaliação da transparência	598
6.1.2.2- Jar Test artesanal	600
6.1.2.3- Provetas	601
6.1.2.4- Frasco(s) de vidro(s) e/ou plástico com boca larga	601
6.1.2.5- Kit teste para dosagem da alcalinidade	602
6.1.2.6- Kit teste para determinação de pH e cloro residual	602
6.1.2.7- Kit teste de dosagem de dureza	602
6.1.2.8- Kit teste de dosagem de ácido cianúrico	602
6.1.2.9- Equipamento digital para medir o POR (ORP) (Potencial de Oxirredução)	602
6.1.2.10- Condutímetro digital	602



Conteúdo	Página
<b>6.1.3- Substâncias químicas para alterar o pH</b>	<b>605</b>
6.1.3.1- Diminuir o pH	605
6.1.3.2- Aumentar o pH	606
<b>6.1.4- Substâncias químicas para alterar a alcalinidade</b>	<b>607</b>
6.1.4.1- Para aumentar a alcalinidade	609
6.1.4.2- Para diminuir a alcalinidade	609
<b>6.1.5- Substâncias químicas floculantes para redução da turbidez (aumentar a transparência da água)</b>	<b>610</b>
<b>6.1.6- Substâncias químicas auxiliares de floculação</b>	<b>610</b>
<b>6.1.7- Substância química para alterar a dureza</b>	<b>610</b>
<b>6.1.8- Substâncias químicas para o processo de desinfecção</b>	<b>611</b>
<b>6.1.9- Substâncias químicas oxidantes de matéria orgânica</b>	<b>611</b>
<b>6.1.10- Substâncias química algicidas</b>	<b>612</b>
<b>6.1.11- Substância química inibidora de manchas em função de metais e incrustações provenientes da presença excessiva de cálcio e/ou magnésio</b>	<b>614</b>
<b>6.1.12- Substância redutora da oleosidade da água da piscina</b>	<b>614</b>
<b>6.2- Parâmetros indicados para qualidade da água de piscinas</b>	<b>614</b>
6.3- Referências Bibliográficas	620
<b>Capítulo 07- Tratamento da água da piscina, etapas e cálculos de dosagens para ajuste dos parâmetros físico-químicos</b>	
<b>7.1- Como definir o tratamento da água de sua piscina</b>	<b>625</b>
<b>7.2- A limpeza física</b>	<b>625</b>
<b>7.3- A transparência/turbidez da água da piscina e/ou a presença de algas</b>	<b>626</b>
7.3.1- Resultado da avaliação da transparência	628
7.3.1.1- Transparência/turbidez da água está dentro de nível aceitável	628
7.3.1.1.1- Etapas do tratamento	629
7.3.1.2- Transparência/turbidez não está dentro do nível considerado aceitável e não apresenta algas	631
<b>7.3.1.2.1- Etapas da determinação da dosagem de floculante usando o Jar Test artesanal</b>	<b>631</b>
7.3.1.2.2- Ajuste do pH e alcalinidade, adição da quantidade de floculante determinada no Jar Test	635
7.3.1.2.3- Etapas do tratamento	637
7.3.1.3- Transparência/turbidez não está dentro do nível considerado aceitável e existe a presença de algas	639
7.3.1.3.1- Etapas do tratamento	639
7.3.1.4- Eliminação de algas por oxidação de choque	645
7.3.1.4.1- Supercloração ou cloração de choque	645
7.3.1.4.1.1- Etapas do tratamento	645
7.3.1.4.2- Uso de peróxido de hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	648
7.3.1.4.2.1- Etapas do tratamento	648

<b>Conteúdo</b>	<b>Página</b>
<b>7.4- Cálculos das massas e/ou volumes de produtos químicos a serem adicionados na água da piscina para alcançar os níveis indicados para as características físico-químicas</b>	<b>651</b>
7.4.1- Cálculo do volume ou massa de substância para ser acrescentado na água da piscina para ajustar o pH	652
<b>7.5.1- Abaixar o pH</b>	<b>655</b>
<b>7.5.1.1- Utilizar o HCl (ácido clorídrico)</b>	<b>655</b>
<b>7.5.1.2- Cálculos estequiométricos para utilizar o HCl (ácido clorídrico) para redução do pH</b>	<b>657</b>
7.5.1.2.1- Cálculos considerando a alcalinidade 120 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	657
7.5.1.2.1.1- Cálculo do volume de HCl para Redução de pH= 8,4 para 7,4 - Alcalinidade = 120 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	658
7.5.1.2.1.2- Cálculo do volume de HCl para Redução de pH= 8,2 para 7,4 - Alcalinidade = 120 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	658
7.5.1.2.1.3- Cálculo do volume de HCl para Redução de pH= 8,0 para 7,4 - Alcalinidade = 120 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	659
7.5.1.2.1.4- Cálculo do volume de HCl para Redução de pH= 7,8 para 7,4 - Alcalinidade = 120 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	659
7.5.1.2.1.5- Cálculo do volume de HCl para Redução de pH= 7,6 para 7,4 - Alcalinidade = 120 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	663
7.5.1.2.2- Cálculos considerando a alcalinidade 80 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	665
7.5.1.2.2.1- Cálculo do volume de HCl para Redução de pH= 8,4 para 7,4 - Alcalinidade = 80 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	666
7.5.1.2.2.2- Cálculo do volume de HCl para Redução de pH= 8,2 para 7,4 - Alcalinidade = 80 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	666
7.5.1.2.2.3- Cálculo do volume de HCl para Redução de pH= 8,0 para 7,4 - Alcalinidade = 80 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	667
7.5.1.2.2.4- Cálculo do volume de HCl para Redução de pH= 7,8 para 7,4 - Alcalinidade = 80 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	667
7.5.1.2.2.5- Cálculo do volume de HCl para Redução de pH= 7,6 para 7,4 - Alcalinidade = 80 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	668
7.5.1.2.2.6- Quadros com todos os volumes referentes ao cálculo da quantidade de HCl para redução de pH, em função da faixa de pH e da alcalinidade	668
<b>7.5.1.3- Utilizar o sulfato ácido de sódio (bissulfato de sódio) (NaHSO<sub>4</sub>) (pureza = 93%)</b>	<b>670</b>
7.5.1.3.1- Reduzir o pH com sulfato ácido de sódio (bissulfato de sódio) (NaHSO <sub>4</sub> ) (pureza = 93%)	671
7.5.1.3.1.1- Cálculos considerando a alcalinidade 120 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	671
7.5.1.3.1.2- Cálculo da massa de NaHSO <sub>4</sub> para redução de pH = 7,6 para 7,4 - Alcalinidade = 120 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	671
7.5.1.3.1.3- Cálculo da massa de NaHSO <sub>4</sub> para redução de pH = 7,8 para 7,4 - Alcalinidade = 120 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	673
7.5.1.3.1.4- Cálculo da massa de NaHSO <sub>4</sub> para redução de pH = 8,0 para 7,4 - Alcalinidade = 120 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	674
7.5.1.3.1.5- Cálculo da massa de NaHSO <sub>4</sub> para redução de pH = 8,2 para 7,4 - Alcalinidade = 120 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	674

<b>Conteúdo</b>	<b>Página</b>
7.5.1.3.1.6- Cálculo da massa de $\text{NaHSO}_4$ para redução de pH = 8,4 para 7,4 - Alcalinidade = 120 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	674
7.5.1.3.2- Cálculos considerando a alcalinidade 80 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	675
7.5.1.3.2.1- Cálculo da massa de $\text{NaHSO}_4$ para redução de pH = 7,6 para 7,4 - Alcalinidade = 80 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	675
7.5.1.3.2.2- Cálculo da massa de $\text{NaHSO}_4$ para redução de pH = 7,8 para 7,4 - Alcalinidade = 80 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	676
7.5.1.3.2.3- Cálculo da massa de $\text{NaHSO}_4$ para redução de pH = 8,0 para 7,4 - Alcalinidade = 80 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	676
7.5.1.3.2.4- Cálculo da massa de $\text{NaHSO}_4$ para redução de pH = 8,2 para 7,4 - Alcalinidade = 80 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	676
7.5.1.3.2.5- Cálculo da massa de $\text{NaHSO}_4$ para redução de pH = 8,4 para 7,4 - Alcalinidade = 80 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	677
7.5.1.3.2.6- Quadros com todas as massas referentes ao cálculo da quantidade de $\text{NaHSO}_4$ (pureza = 93%) para redução de pH, em função da faixa de pH e alcalinidade	677
<b>7.5.2. Aumentar o pH</b>	<b>678</b>
<b>7.5.2.1- Utilizar o carbonado de sódio (soda ash, barrilha leve) (<math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math>) (pureza = 99,5%)</b>	<b>678</b>
7.5.2.1.1- Cálculo da massa de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ para aumentar o pH com Alcalinidade = 80 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	679
7.5.2.1.1.1- Cálculo da massa de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ para aumentar o pH = 6,0 para 7,4 - Alcalinidade = 80 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	679
7.5.2.1.1.2- Cálculo da massa de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ para aumentar o pH = 6,4 para 7,4 - Alcalinidade = 80 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	681
7.5.2.1.1.3- Cálculo da massa de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ para aumentar o pH = 6,8 para 7,4 - Alcalinidade = 80 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	682
7.5.2.1.1.4- Cálculo da massa de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ para aumentar o pH = 7,0 para 7,4 - Alcalinidade = 80 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	682
7.5.2.1.2- Cálculo da massa de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ para aumentar o pH com Alcalinidade = 120 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	683
7.5.2.1.2.1- Cálculo da massa de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ para aumentar o pH = 6,0 para 7,4 - Alcalinidade = 120 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	683
7.5.2.1.2.2- Cálculo da massa de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ para aumentar o pH = 6,4 para 7,4 - Alcalinidade = 120 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	684
7.5.2.1.2.3- Cálculo da massa de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ para aumentar o pH = 6,8 para 7,4 - Alcalinidade = 120 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	684
7.5.2.1.2.4- Cálculo da massa de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ para aumentar o pH = 7,0 para 7,4 - Alcalinidade = 120 mg $\text{HCO}_3^-/\text{L}$	685
7.5.2.1.2.5- Quadros com todas as massas de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ a ser adicionada para aumento de pH, levando em consideração a utilização de um sal de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ com pureza de 98%	685

<b>Conteúdo</b>	<b>Página</b>
7.5.2.1.2.6- Cálculo da massa de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ para aumentar pH levando em consideração a pureza de 99,5% do sal $\text{Na}_2\text{CO}_3$ e outros exemplos	686
7.5.2.1.2.6.1- Aumentar o pH de 6,8 a 7,5 com alcalinidade do meio aquoso em 80 e 120 ppm	686
7.5.2.1.2.6.2- Aumentar o pH de 7,0 a 7,5 com alcalinidade do meio aquoso em 80 e 120 ppm	688
7.5.2.1.2.6.3- Aumentar o pH de 7,2 a 7,5 com alcalinidade do meio aquoso em 80 e 120 ppm	690
7.5.2.1.2.6.4- Quadros com todas as massas referentes ao cálculo da quantidade de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ (pureza = 99,5%) a ser adicionada para aumento do pH, levando em consideração uma determinada faixa de pH, alcalinidade	691
<b>7.5.2.2- Utilizar o bicarbonado de sódio (<math>\text{NaHCO}_3</math>) (pureza = 99%)</b>	<b>692</b>
7.5.2.2.1- Quadro com a massa de $\text{NaHCO}_3$ ( $\text{g/m}^3$ ) (pureza = 99%) a ser adicionada para aumento do pH, levando em consideração uma determinada faixa de pH, para volume de 1 $\text{m}^3$ , resultado da alcalinidade expresso em $\text{mg CaCO}_3/\text{L}$	692
<b>7.5.2.3- Utilizar o hidróxido de sódio (soda cáustica) (<math>\text{NaOH}</math>) (pureza = 99,5%)</b>	<b>693</b>
7.5.2.3.1- Cálculo da massa de $\text{NaOH}$ para ser acrescentado na água da piscina para ajustar o pH	693
7.5.2.3.1.1- Cálculo da massa de $\text{NaOH}$ para aumentar o pH = 6,0 para 7,4 - Alcalinidade = 80 $\text{mg HCO}_3^-/\text{L}$	693
7.5.2.3.1.2- Cálculo da massa de $\text{NaOH}$ para aumentar o pH = 6,4 para 7,4 - Alcalinidade = 80 $\text{mg HCO}_3^-/\text{L}$	695
7.5.2.3.1.3- Cálculo da massa de $\text{NaOH}$ para aumentar o pH = 6,8 para 7,4 - Alcalinidade = 80 $\text{mg HCO}_3^-/\text{L}$	696
7.5.2.3.1.4- Cálculo da massa de $\text{NaOH}$ para aumentar o pH = 6,8 para 7,5 - Alcalinidade = 80 $\text{mg HCO}_3^-/\text{L}$	697
7.5.2.3.1.5- Cálculo da massa de $\text{NaOH}$ para aumentar o pH = 7,0 para 7,4 - Alcalinidade = 80 $\text{mg HCO}_3^-/\text{L}$	698
7.5.2.3.1.6- Cálculo da massa de $\text{NaOH}$ para aumentar o pH = 7,0 para 7,5 - Alcalinidade = 80 $\text{mg HCO}_3^-/\text{L}$	699
7.5.2.3.1.7- Cálculo da massa de $\text{NaOH}$ para aumentar o pH = 7,2 para 7,5 - Alcalinidade = 80 $\text{mg HCO}_3^-/\text{L}$	700
7.5.2.3.1.8- Cálculo da massa de $\text{NaOH}$ para aumentar o pH = 6,0 para 7,4 - Alcalinidade = 120 $\text{mg HCO}_3^-/\text{L}$	702
7.5.2.3.1.9- Cálculo da massa de $\text{NaOH}$ para aumentar o pH = 6,4 para 7,4 - Alcalinidade = 120 $\text{mg HCO}_3^-/\text{L}$	703
7.5.2.3.1.10- Cálculo da massa de $\text{NaOH}$ para aumentar o pH = 6,8 para 7,4 - Alcalinidade = 120 $\text{mg HCO}_3^-/\text{L}$	704
7.5.2.3.1.11- Cálculo da massa de $\text{NaOH}$ para aumentar o pH = 6,8 para 7,5 - Alcalinidade = 120 $\text{mg HCO}_3^-/\text{L}$	705
7.5.2.3.1.12- Cálculo da massa de $\text{NaOH}$ para aumentar o pH = 7,0 para 7,4 - Alcalinidade = 120 $\text{mg HCO}_3^-/\text{L}$	706

<b>Conteúdo</b>	<b>Página</b>
7.5.2.3.1.13- Cálculo da massa de NaOH para aumentar o pH = 7,0 para 7,5 - Alcalinidade = 120 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	707
7.5.2.3.1.14- Cálculo da massa de NaOH para aumentar o pH = 7,2 para 7,5 - Alcalinidade = 120 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	708
7.5.2.3.1.15- Quadro com a massa de NaOH (g/m <sup>3</sup> ) (pureza = 99,5%) a ser adicionada para aumento do pH, levando em consideração uma determinada faixa de pH, para volume de 1 m <sup>3</sup> , resultado da alcalinidade expresso em mg CaCO <sub>3</sub> /L	709
<b>7.6- Cálculos para aumentar ou diminuir a alcalinidade</b>	<b>709</b>
<b>7.6.1- Cálculo da massa de NaHCO<sub>3</sub> (pureza = 99%) a ser acrescentado na água da piscina para aumentar a alcalinidade</b>	<b>709</b>
7.6.1.1- Quadro com a massa (g) de bicarbonato de sódio (NaHCO <sub>3</sub> ) (pureza = 99%) para adicionarmos na água em função do volume de água da piscina e da quantidade de ppm (mg/L) que deverá ser aumentada para alcançar a faixa ideal	710
<b>7.6.2- Cálculos para redução da alcalinidade</b>	<b>712</b>
<b>7.6.2.1 – Cálculo do volume de HCl (35,20%, d = 1,175 g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>712</b>
<b>7.6.2.2 – Cálculo da massa de sulfato ácido de sódio (bissulfato de sódio) (NaHSO<sub>4</sub>) (pureza = 93%) para reduzir a alcalinidade</b>	<b>713</b>
<b>7.7 Cálculo da massa de cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O) (pureza = 99%) para ajustar a dureza cálcica</b>	<b>714</b>
7.7.1- Quadro com a massa (g) de cloreto de cálcio (CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O) (pureza = 99%) para adicionar na água, em função do volume de água da piscina e da quantidade de ppm (mg/L) que deverá ser aumentada para alcançar a faixa ideal	716
<b>7.8- Dosagem de derivado clorado para ser adicionada no meio aquoso para aumentar o nível de CRL (Cloro Residual Livre)</b>	<b>717</b>
<b>7.8.1- Dosagem de Ácido Tricloroisocianúrico (ATCI) (pureza = 90%) para ser adicionada no meio aquoso para aumentar o nível de CRL</b>	<b>718</b>
<b>7.8.2- Dosagem de dicloroisocioanurato de sódio (DCIS) para ser adicionada no meio aquoso para aumentar o nível de CRL</b>	<b>718</b>
7.8.2.1- Dosagem de dicloroisocioanurato de sódio anidro (DCISa) (pureza = 60%) para ser adicionada no meio aquoso para aumentar o nível de CRL	718
7.8.2.2- Dosagem de dicloroisocioanurato de sódio dihidratado (DCISh) (pureza = 56%) para ser adicionada no meio aquoso para aumentar o nível de CRL	719
<b>7.8.3- Dosagem de hipoclorito de cálcio [Ca(ClO)<sub>2</sub>] (pureza = 65%) para ser adicionada no meio aquoso para aumentar o nível de CRL</b>	<b>720</b>
<b>7.8.4- Dosagem de hipoclorito de sódio (NaClO) (pureza = 10%) para ser adicionada no meio aquoso para aumentar o nível de CRL</b>	<b>721</b>

Conteúdo	Página
<b>7.9- Dosagem de ácido cianúrico (C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>) (ACI) (pureza = 98%) para ser adicionada no meio aquoso para aumentar ajusta o níve considerado idea</b>	<b>722</b>
<b>7.10- A pré-oxidação ou oxidação de choque de matéria orgânica</b>	<b>723</b>
7.10.1- Peróxido de hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	723
7.10.2- Monopersulfato de sódio (peroximonosulfato de potássio)	724
<b>7.11- Inibidor de manchas de metais e incrustações provenientes da presença excessiva de cálcio e/ou magnésio gerando as chamadas águas duras</b>	<b>725</b>
7.11.1- Etapas do tratamento	727
<b>7.12- Redutor da oleosidade da água da piscina</b>	<b>729</b>
7.12.1- Etapas do tratamento	733
<b>7.13- As denominadas misturas X em 1 - os “superprodutos” para tratamento de água de piscinas</b>	<b>735</b>
7.14- Referências bibliográficas	735
<b>Capítulo 08- Tratamento de águas de piscinas para iniciantes</b>	
8.1- Manejo de Produtos Químicos x Segurança	739
8.2- Dosagens de produtos químicos	742
<b>8.2.1- Dosagem de produto químico para alterar o pH</b>	<b>743</b>
<b>8.2.1.1- Para diminuir o pH</b>	<b>743</b>
8.2.1.1.1- Utilizando HCl 35,20% (p/p), d = 1,175 g/cm <sup>3</sup>	743
8.2.1.1.2- Utilizando o sulfato ácido de sódio (bissulfato de sódio) (NaHSO <sub>4</sub> ) (pureza = 93%)	745
<b>8.2.1.2- Para aumentar o pH</b>	<b>745</b>
8.2.1.2.1- Utilizar o carbonato de sódio (soda ash, barrilha leve) (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) com pureza de 98%	745
8.2.1.2.2- Utilizar o carbonato de sódio (soda ash, barrilha leve) (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) com pureza de 99,5%	746
8.2.1.2.3- Utilizar o bicarbonato de sódio (NaHCO <sub>3</sub> ) (pureza = 99,5%)	747
8.2.1.2.4- Utilizar o hidróxido de sódio (soda cáustica) (NaOH) (pureza = 99,5%)	748
<b>8.2.2- Dosagem de produtos químicos para aumentar ou diminuir a alcalinidade</b>	<b>749</b>
<b>8.2.2.1- Dosagem de produto químico para aumentar a alcalinidade, massa de NaHCO<sub>3</sub> (99,5%) a ser acrescentada na água da piscina</b>	<b>749</b>
<b>8.2.2.2- Dosagem de produto químico para redução da alcalinidade</b>	<b>751</b>
8.2.2.2.1- Utilizar o ácido clorídrico - HCl (35,20%, d = 1,175 g/cm <sup>2</sup> )	751
8.2.2.2.2- Utilizar o sulfato ácido de sódio (bissulfato de sódio) (NaHSO <sub>4</sub> ) (pureza = 93%)	751
<b>8.2.3- Dosagem de produto químico para aumentar a dureza cálcica, massa CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (pureza = 99%) a ser acrescentada na água da piscina</b>	<b>752</b>

<b>Conteúdo</b>	<b>Página</b>
<b>8.2.4- Dosagem para aumentar o nível de CRL (Cloro Residual Livre), massa de derivado clorado para ser adicionada no meio aquoso</b>	<b>752</b>
8.2.4.1- Massa de ácido tricloroisocianúrico (ATCI) (pureza = 90%) para ser adicionada no meio aquoso para aumentar o nível de CRL	752
8.2.4.2- Massa de dicloroisocioanurato de sódio anidro (DCISa) (pureza = 60%) para ser adicionada no meio aquoso para aumentar o nível de CRL	753
8.2.4.3- Massa de dicloroisocioanurato de sódio dihidratado (DCISh) (pureza = 56%) para ser adicionada no meio aquoso para aumentar o nível de CRL	753
8.2.4.4- Massa de hipoclorito de cálcio [Ca(ClO) <sub>2</sub> ] (pureza = 65%) para ser adicionada no meio aquoso para aumentar o nível de CRL	754
8.2.4.5- Massa de hipoclorito de sódio (NaClO) (pureza = 10%) para ser adicionada no meio aquoso para aumentar o nível de CRL	754
<b>8.2.4.6- Dosagem de derivado clorado (DC) sem conhecer o teor de princípio ativo (pureza) do produto utilizando o Jar Test Artesanal</b>	<b>755</b>
<b>8.2.4.7- Avaliação do nível de CRL na água da piscina após completar o processo de desinfecção utilizando equipamento digital para medir o potencial de oxirredução</b>	<b>758</b>
<b>8.2.4.7.1- Etapas para utilização do medidor digital de POR</b>	<b>759</b>
<b>8.2.5- Dosagem de produto químico para aumentar o nível de ácido cianúrico (C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>) (ACI) (pureza = 98%), massa para ser adicionada no meio aquoso para aumentar o nível de ácido cianúrico</b>	<b>759</b>
<b>8.2.6- A pré-oxidação ou oxidação de choque de matéria orgânica</b>	<b>760</b>
8.2.6.1- Peróxido de hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	760
8.2.6.2- Monopersulfato de sódio (peroximonosulfato de potássio)	760
<b>8.2.7- Inibidor de manchas e incrustações provenientes da presença excessiva de cálcio e/ou magnésio gerando as chamadas águas duras</b>	<b>760</b>
<b>8.2.8- Redutor da oleosidade da água da piscina</b>	<b>761</b>
<b>8.3- Situações emergenciais de tratamento de água de piscina</b>	<b>761</b>
<b>8.3.1- Tratamento indicado para Contaminação Fecal</b>	<b>761</b>
8.3.1.1- Material fecal sólido e/ou vômito	761
8.3.1.1.1- Etapas do tratamento	761
8.3.1.2- Material fecal líquido - diarreia	764
8.3.1.2.1- Etapas do tratamento	765
<b>8.4- Preparação da piscina para o inverno (hibernação)</b>	<b>767</b>
<b>8.5- Informações complementares</b>	<b>768</b>
<b>8.5.1- Medidas de volume aproximadas e precisas</b>	<b>768</b>
<b>8.5.2- O método DPD (N, N-dietil-p-fenileno diamina) colorimétrico para determinação da concentração de CRL e CRT</b>	<b>769</b>

Conteúdo	Página
<b>8.6- Aspectos legais envolvendo a responsabilidade técnica pela água da piscina e das análises químicas no controle de qualidade da água</b>	<b>770</b>
8.6.1- Decreto nº 85.877, de 07 de abril de 1981 (Publicado no D.O.U. de 09.04.81)	770
8.6.2- Resolução Normativa nº 164/00, de 13 de julho de 2000 (Publicado no D.O.U. de 21.08.2000)	771
8.7- Referências bibliográficas	772
8.8- Outros livros do mesmo autor	775